

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

⑯ BUNDESREPUBLIK

DEUTSCHLAND

DEUTSCHES  
PATENTAMT

## ⑯ Gebrauchsmuster

⑯ DE 295 10 335 U 1

⑯ Int. Cl. 6:

H 01 L 25/04

H 01 L 23/34

H 01 L 23/48

H 01 L 23/16

H 05 K 7/20

⑯ Aktenzeichen: 295 10 335.3  
⑯ Anmeldetag: 26. 6. 95  
⑯ Eintragungstag: 24. 8. 95  
⑯ Bekanntmachung im Patentblatt: 5. 10. 95

⑯ Inhaber:

Siemens AG, 80333 München, DE

⑯ Elektronisches kombiniertes Logik-Leistungsmodul

DE 295 10 335 U 1

DE 295 10 335 U 1

**Beschreibung****Elektronisches kombiniertes Logik-Leistungsmodul**

5 Die Erfindung betrifft ein kombiniertes elektronisches Logik-Leistungsmodul, bei dem Logik- und Leistungsbauelemente jeweils auf einem Schaltungsträger aufgebaut und mit Anschlüssen versehen sind und bei dem das kombinierte Modul mit einem Kühlkörper versehen ist.

10

IPM (Intelligent Power Moduls)-Bauformen werden gegenwärtig hauptsächlich bei Anwendungen im Zusammenhang mit Schweißgeräten, Stromversorgungen und in der Antriebstechnik eingesetzt. Insbesondere im Bereich der Motorantriebe werden zunehmend

15 Frequenzumrichterlösungen anstelle der traditionellen Gleichstromantriebe eingesetzt, wobei im Leistungsteil des Moduls IGBT (Isolated Gate Bipolar Transistor)-Leistungshalbleiter Verwendung finden.

20 Derzeit werden Logik- und Leistungsmodul vorwiegend als völlig selbständige Teile aufgebaut, wobei die Leistungsmodule meist auf DCB-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-Substrat (Direct Copper Bonding), auf DCB-AIN-Substrat oder auf IMS-Substrat (Aluminium Polyimid-Kupfer) gefertigt werden. Die Logikmodule werden auf Epoxy-Leiterplatten oder in Dickschicht-Techniken hergestellt. Auf dem Markt sind ferner einzelne kombinierte Logik-Leistungsmodul in Sandwich-Bauweise erhältlich. Dabei werden das mit den Leistungsbauteilen bestückte IMS-Substrat und die mit den Logikbauteilen bestückte Epoxy-Leiterplatte übereinander angeordnet und durch eine Vergussmasse thermisch gekoppelt.

25

30 Diese herkömmliche Modultechnik ist in mehrfacher Hinsicht noch nicht zufriedenstellend:

35 Grundsätzlich ist eine räumlich enge elektrische Kopplung zwischen dem Logik- und dem Leistungsteil erwünscht. Mit länger werdenden elektrischen Verbindungs wegen wächst ansonsten

20-08-95

2

die Gefahr, daß das korrekte Schaltverhalten durch induktives Einkoppeln externer Störquellen und durch die unterschiedlichen Massepotentiale der beiden Schaltungsteile beeinträchtigt wird. Die Verwendung getrennter Substrate für die beiden 5 Schaltungsteile ist von daher grundsätzlich ungünstig. Andererseits steigt mit zunehmender räumlicher Nähe der beiden Schaltungsteile die Notwendigkeit einer Wärmeentkopplung des Logikteils von dem Leistungsteil, da der Logikteil durch den Leistungsteil nicht unzulässig erwärmt werden darf. Diese 10 Probleme müssen im Übrigen im Zusammenhang mit weiteren technischen Anforderungen wie einer ausreichenden Wärmeentsorgung des Leistungsteils zum Kühlkörper hin und einer zuverlässigen Anschlußtechnik für Logiksignale und Lastanschlüsse betrachtet und dabei auch in geometrisch günstiger Weise gelöst werden. 15

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein elektronisches

20 kombiniertes Logik-Leistungsmodul der eingangs angegebenen

Art hinsichtlich der beschriebenen Problematik zu verbessern.

Erfindungsgemäß wird dies bei einem Modul der eingangs ge- 25 nannten Art dadurch erreicht,

a) daß die Logik- und Leistungsbauelemente jeweils in getrennten Bereichen auf einer Hauptfläche eines gemeinsamen Dickschichtsubstrats hybridiert aufgebaut sind,

b) daß der Logikteil durch einen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche des Dickschichtsubstrats wärmeleitend befestigten 30 und im wesentlichen nur im Bereich unterhalb des Leistungs- teils wärmeableitend wirksamen Kühlkörper thermisch vom Leistungsteil entkoppelt ist,

c) und daß das kombinierte Modul mit einheitlichen Anschluß- 35 pins für Logiksignale und Lastanschlüsse versehen ist.

20-08-95

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der Unteransprüche.

5 Die Erfindung soll nun anhand zweier Ausführungsbeispiele unter Bezugnahme auf die beigefügte Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

10 Figur 1 in einer perspektivischen Ansicht ein erstes Ausführungsbeispiel mit Kühlrippen

Figur 2 in der gleichen Darstellungsweise wie Figur 1 ein zweites Ausführungsbeispiel mit einer Kühlplatte.

15 In Figur 1 ist ein beispielsweise zum Schalten bzw. stufenlosen Regeln im Leistungsbereich von 5 A und 600 V geeignetes kombiniertes Modul dargestellt, wobei einer der Anschlußpins 7 zusätzlich gesondert und vergrößert im rechten oberen Teil der Figur 1 dargestellt ist. Das gemeinsame Dickschichtsubstrat 1 ist erkennbar in einen ersten, den Logikbauteilen 4 vorbehaltenen Bereich 2 und in einen zweiten, den Leistungsbauern 5 vorbehaltenen Bereich 3 räumlich aufgeteilt und getrennt. Bei der dargestellten Ausführungsform wird die Begrenzung der wärmeableitenden Wirkung auf den Bereich 3' unterhalb des Leistungsteils (der Bereich 3' korrespondiert mit dem Bereich 3 der Oberseite) einfach dadurch gewährleistet, daß nur dort ein mit Rippen versehener Kühlkörper 6 angeordnet ist. Durch eine spezielle Pinausformung, bei der die Anschlußpins 7 senkrecht zum Dickschichtsubstrat 1 angeordnet und in Steckrichtung elastisch ausgebildet sind, wird eine flexible Anschlußtechnik für Leistungs- und Logikteil realisiert. Durch die wellenartige Ausformung der mittleren Bereiche der Anschlußpins 7 sind diese zieh- bzw. stauchbar, so daß in Steckrichtung auftretende unzulässig hohe mechanische Spannungen im eingebauten Zustand vermieden werden.

295103 35

In Figur 2 ist ein auf der Unterseite des Dickschichtsubstrats 1 angeordneter, mit diesem im wesentlichen kongruenter Kühlkörper dargestellt, der als Kühlplatte 8 ausgebildet ist, die im Bereich 2' unterhalb des Logikteils mit einem Luftspalt 9 versehen ist. Dadurch ist einerseits auch der Logikteil mittels der Auflageleiste 10 abgestützt, so daß eine gute mechanische Stabilität gegeben ist. Andererseits wird durch den Luftspalt 9 zwischen der Kühlplatte 8 und dem Logikteil eine thermische Entkopplung von Leistungs- und Logikteil bewirkt. Diese Entkopplung beruht bei allen Ausführungsformen auch wesentlich darauf, daß aufgrund der schlecht wärmeleitenden Dickschichtkeramik eine direkte Wärmeleitung in horizontaler Richtung vom Leistungsteil zum Logikteil vernachlässigbar ist. In Figur 2 ist außerdem erkennbar, daß die Kühlplatte 8 mit Montagelöchern 11 versehen ist, mittels derer eine spätere Montage des Moduls auf einen größeren Kühlkörper in einem Komplettsystem, beispielsweise einem Inverter, möglich ist.

Das Dickschichtsubstrat wird vorteilhaft mit sehr niederohmigen AgPt-Leiterbahnen versehen, die einerseits für eine hohe Stromtragfähigkeit sorgen und andererseits löt- und bondbar sind. Auf dem Dickschichtsubstrat werden ungehäuste Leistungshalbleiter, beispielsweise IGBT oder FRED (Fast Recovery Diode) angeordnet, die zur Erzielung eines geringen Wärmewiderstandes vorzugsweise gelötet werden. Die elektrische Verbindung kann mittels Aluminium-Dickdraht erfolgen. Durch einen Silicongelverguß, der in den Figuren im Rahmen 12 schematisch angedeutet ist, wird der Leistungsteil vor Umwelteinflüssen und Spannungsüberschlägen bei Betriebsspannungen bis 1200V geschützt.

Es ist vorteilhaft, Shunt-Widerstände, die als Sensoren für Überwachungsfunktionen dienen, integriert auf der Schaltung unterzubringen. Auf dem Modul kann durch aktives Lasertrimmen die gesamte Schaltung abgeglichen werden, indem beispielsweise eine präzise Strom-Spannungs-Korrelation erzeugt wird. Die

295100 35

5.

erforderlichen Luft- und Kriechstrecken können bei der Layout-Topographie und bei der Kühlkörper- und Pinmontage ohne weiteres berücksichtigt werden.

5 Zur Wärmeentsorgung des Leistungsteils wird der Kühlkörper bzw. die Kühlplatte beispielsweise mittels Klebetechnik auf das Substrat aufgebracht. Diese Montagetechnik gleicht durch einen flexiblen und gut wärmeleitenden Kleber unterschiedliche Längenausdehnungskoeffizienten aus und sorgt für einen geringen Wärmewiderstand zwischen der Sperrsicht und dem Kühlkörper. Zur Verbesserung des Wärmeübergangs ist es vorteilhaft, die Klebeschicht nur bereichsweise an unterhalb der jeweiligen Verlustleister befindlichen Stellen vorzusehen. Auch eine Löttechnik beispielsweise mit CuInCu-Kühlkörper bzw. -platte (ähnlicher Ausdehnungskoeffizient wie Keramik) ist möglich.

20

25

30

35

39810038

## Schutzzansprüche

1. Elektronisches kombiniertes Logik- Leistungsmodul, bei dem Logik- und Leistungsbauelemente (4, 5) jeweils auf einem

5 Schaltungsträger aufgebaut und mit Anschlüssen versehen sind und bei dem das kombinierte Modul mit einem Kühlkörper versehen ist,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

a) daß die Logik- und Leistungsbauelemente (4,5) jeweils in getrennten Bereichen auf einer Hauptfläche eines gemeinsamen

Dickschichtsubstrats (1) hybridisiert aufgebaut sind,

b) daß der Logikteil durch einen auf der gegenüberliegenden Hauptfläche des Dickschichtsubstrats (1) wärmeleitend befestigt und im wesentlichen nur im Bereich (3') unterhalb des

15 Leistungsteils wärmeableitend wirksamen Kühlkörper (6,8) thermisch vom Leistungsteil entkoppelt ist,

c) und daß das kombinierte Modul mit einheitlichen Anschlußpins (7) für Logiksignale und Lastanschlüsse versehen ist.

20 2. Kombiniertes Modul nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß ein nur im Bereich (3') unterhalb des Leistungsteils angeordneter, mit Kühlrippen versehener Kühlkörper (6) vorgesehen ist.

25

3. Kombiniertes Modul nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß der Kühlkörper als mit dem Dickschichtsubstrat (1) im wesentlichen kongruente Kühlplatte (8) ausgebildet ist, die im

30 Bereich (2') unterhalb des Logikteils mit einem Luftspalt (9) versehen ist.

4. Kombiniertes Modul nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

daß die Kühlplatte (8) so ausgebildet ist, daß das Modul

durch Montage an einem größeren Kühlelement innerhalb einer Geräteanordnung integrierbar ist.

295103 35

5. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlußpins (7) senkrecht zum Dickschichtsubstrat (1) angeordnet und in Steckrichtung elastisch ausgebildet sind.
6. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Dickschichtsubstrat (1) mit niederohmigen AgPt-Leiterbahnen versehens ist.
7. Kombiniertes Modul nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß auf dem Dickschichtsubstrat (1) ungehäuste Leistungshalbleiter (5), insbesondere vom IGBT- oder FRED-Typ, aufgelötet und mittels Aluminium-Dickdraht mit den Leiterbahnen des Substrats (1) verbunden sind.
8. Kombiniertes Modul nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Leistungsteil mit einem Silicongelverguß versehen ist.

Fig 1

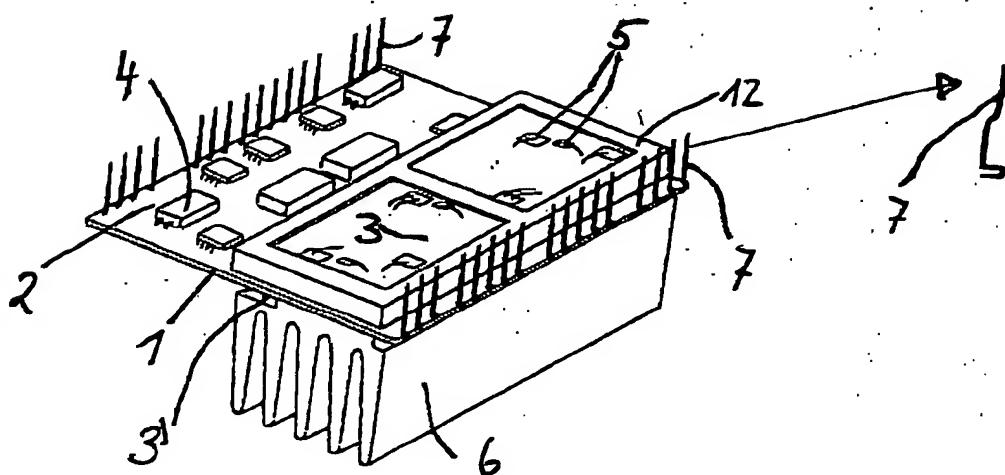
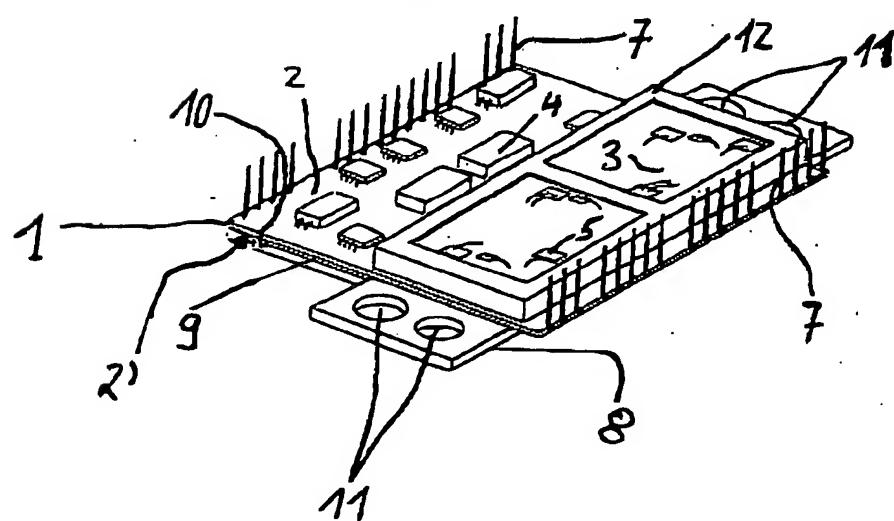


Fig 2



295100 35